

# Rancang Bangun Pengendali Adaptif Untuk Menjaga Stabilitas Jaringan Akibat Beban Lebih Peralatan Listrik Rumah Tangga

Suhendar<sup>1</sup>, Anggoro Suryo Pramudyo<sup>2</sup>, Pances Pakpahan<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jenderal Sudirman Km. 03 Kota Cilegon - Banten

<sup>1</sup>suhendar@untirta.ac.id, <sup>2</sup>pramudyo@untirta.ac.id, <sup>3</sup>pances91electrical@gmail.com

**Abstrak** - Pada saat ini kebutuhan akan energi listrik merupakan hal yang mutlak, hampir keseluruhan peralatan dalam rumah tangga menggunakan energi listrik. Sehingga saat penggunaan beban puncak, sering terjadi trip pada kWh meter yang mengakibatkan pemutusan mendadak pada peralatan listrik. Untuk itu perlu adanya tindakan pengendalian untuk menjaga stabilitas sistem kelistrikan yang terpakai pada penggunaan energi listrik di rumah tangga. Sistem pengendali otomatis yang diterapkan untuk mengontrol beban lebih listrik telah dirancang berbasis Arduino Uno. Dalam melakukan *take over*/pengendalian, sistem terbagi atas stasiun *master* dan stasiun *slave*. Stasiun *master* dilengkapi: Arduino uno, Sensor Arus ACS712, Radio Frekuensi (RF) 433 MHz. Stasiun *master* berfungsi sebagai pusat pengendalian dan pemantauan stasiun *slave*. Sedangkan stasiun *slave* yang dilengkapi oleh: Arduino uno, *relay module* dan Radio Frekuensi (RF) 433 MHz, yang berfungsi sebagai eksekutor *take over* beban listrik dengan aksi *on-off* pada beban listrik yang berlebih. Stasiun *master* memonitor penggunaan beban melalui sensor arus ACS712 dan mengirimkan sinyal data beban lebih melalui Radio Frekuensi (RF) 433 MHz dan stasiun *slave* akan melakukan perintah dari stasiun *master* untuk memutus beban. Proses pengalokasian energi listrik ini akan mengendalikan penggunaan energi listrik yang berlebih pada rumah tangga.

**Kata kunci** - Pengendali Adaptif; Microcontroller; Stabilitas Jaringan; Sensor; Listrik Rumah Tangga

## I. PENDAHULUAN

Listrik sekarang ini telah menjadi salah satu elemen penting yang sangat dibutuhkan manusia. Pemakaian listrik banyak memberikan keuntungan serta kemudahan dalam aktivitas kehidupan. Penggunaan listrik biasanya banyak digunakan pada beberapa alat elektronik. Mayoritas alat elektronik yang bersumber pada listrik tersebut menggunakan kabel penghubung antara alat dan sumber listrik atau bisa disebut sebagai jembatan penghantar arus ke masing-masing alat tersebut agar berfungsi [1]. Dengan kemajuan teknologi, banyak peralatan yang dialihkan dari bentuk manual ke bentuk otomatis. Peralatan manual cenderung sangat kurang dalam hal kecepatan, ketepatan dan ketelitian, sehingga peralatan manual tidak dapat diandalkan dan mulai dialihkan menjadi peralatan yang lebih otomatis.

Hampir seluruh peralatan rumah tangga menggunakan listrik, dan dalam hal ini, PT PLN (Persero) sendiri membatasi pasokan daya dalam suatu rumah. Sehingga saat beban puncak, sering terjadi trip pada MCB (*Miniature Circuit Breaker*) di kWh meter. Ini diakibatkan karena saat semua peralatan rumah tangga yang menggunakan listrik bekerja secara bersamaan. Untuk mengatasinya, maka beberapa peralatan elektronik akan dimatikan secara manual untuk sementara dan dilakukan pemakaian secara bergantian.

Hal inilah yang menjadi latar belakang untuk merancang penelitian dengan judul “Automatic Take Over Sistem Kelistrikan Rumah Untuk Menjaga Stabilitas Beban Lebih Menggunakan Model Komunikasi Nirkabel”. Pada sisi stasiun *master* digunakan sebagai pusat pengendali yang dapat memberikan perintah untuk menyalakan atau mematikan beban terpasang [2]. Pada sisi *slave* digunakan sebagai media untuk memutus beban secara otomatis. Dengan alat ini diharapkan mampu mengontrol beban pada rumah dengan memutus arus listrik secara otomatis dengan indikasi beban penuh pada stasiun *master* dan stasiun *slave* akan melakukan aksi *on/off* dengan menggunakan komunikasi nirkabel. Kondisi ini akan menjaga agar listrik dalam rumah tangga tidak padam secara serentak. Berdasarkan uraian latar belakang, maka penelitian ini dirumuskan bebrapa masalah yaitu:

- 1) Bagaimana membuat perangkat keras *take over* beban lebih untuk menjaga stabilitas sistem kelistrikan rumah menggunakan model komunikasi nirkabel,
- 2) bagaimana memanfaatkan RF 433 MHz sebagai sistem komunikasi gelombang radio pada alat *automatic take over* beban lebih secara jarak jauh, dan
- 3) bagaimana mengembangkan fungsi dan kinerja sistem untuk menjadi sistem yang lebih praktis, murah dan bermanfaat.

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- 1) mampu merancang dan membuat sistem *automatic take over* beban lebih seperti yang diharapkan,
- 2) memanfaatkan RF 433 MHz sebagai sistem komunikasi gelombang radio pada alat *automatic take over* beban lebih secara jarak jauh,
- 3) menjaga stabilitas kelistrikan rumah tangga.

Merujuk pada rumusan masalah dan tujuan penelitian, maka diharapkan manfaat penelitian ini bisa digunakan

## Rancang Bangun Pengendali Adaptif Untuk Menjaga Stabilitas Jaringan Akibat Beban Lebih Peralatan Listrik Rumah Tangga

sebagai alat untuk menghindari kWh meter trip akibat beban berlebih sehingga listrik dalam rumah tidak pada secara keseluruhan.

Batasan masalah penelitian ini adalah:

- 1) Mikrokontroler yang digunakan Arduino Uno,
- 2) pemrograman mikrokontroler untuk perhitungan berbagai parameter daya dan perhitungan energi listrik yang terkait,
- 3) tidak membahas secara detail instalasi listrik,
- 4) tipe jaringan yang digunakan adalah *point to multipoint*.

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam perancangan alat *take over* beban lebih adalah sebagai berikut:

- 1) melakukan eksperimen pada alat yang dibuat,
- 2) studi literatur untuk mendapatkan data-data yang lengkap mengenai karakteristik komponen yang digunakan,
- 3) konsultasi pada pihak-pihak yang telah menguasai materi terutama tentang pemrograman Arduino uno,
- 4) alat pengambilan data yang akan dipergunakan adalah alat-alat bantu seperti laptop, alat ukur multimeter dan clamp meter.

### A. Pengenalan Arduino

Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input output* sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi.



Gambar 1. Hardware Arduino uno

Pada *hardware* Arduino terdiri dari 20 pin yang meliputi [3]:

1. 14 pin IO Digital (pin 0–13)  
Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.
2. 6 pin *Input Analog* (pin 0–5)  
Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.
3. 6 pin *Output Analog* (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11)  
Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output analog* dengan cara membuat programnya pada IDE.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari *USB port* pada komputer dengan menggunakan *USB charger* atau

dapat pula mengambil daya dengan menggunakan uatu *AC adapter* dengan tegangan 9 Volt. Jika tidak terdapat *power supply* yang melalui *AC adapter*, maka papan Arduino akan mengambil daya dari *USB port*.

### B. Relay 5V DC

Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik. Saklar yang dalam posisi OFF ke ON mengalami perubahan saat diberikan energi magnetik pada armatur relay. Saklar atau relay dikendalikan menggunakan tegangan listrik yang diberikan ke induktor pembangkit magnet untuk menarik tuas armatur pada saklar.

Relay 5V DC memiliki kondisi kontak 3 posisi, ketiga posisi kontak ini akan berubah pada saat mendapat sumber tegangan pada elektromagnetnya. Ketiga posisi kontak pada relay adalah:

1. *Normally Open*, yaitu posisi kontak yang terhubung ke terminal NO (*Normally Open*). Kondisi ini terjadi pada saat kontak mendapat tegangan elektromagnet.
2. *Normally Close*, yaitu posisi kontak yang terhubung ke terminal NC (*Normally Close*). Kondisi ini terjadi pada saat kontak tidak mendapat sumber tegangan elektromagnet.
3. *Change Over*, yaitu kondisi perubahan kontak pada armatur yang berubah dari posisi NC ke NO ataupun dari posisi NO ke NC.

### C. Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan magnet. Sensor arus dapat digunakan untuk mengukur arus AC (*Alternating Current*) dan DC (*Direct Current*).



Gambar 2. Sensor Arus ACS712

Cara kerja sensor ini adalah arus yang di baca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Pengukuran arus biasanya membutuhkan sebuah resistor *shunt* yaitu resistor yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah aliran arus menjadi tegangan. Tegangan tersebut biasanya diumpankan ke *current transformer* terlebih dahulu sebelum masuk ke rangkaian pengkondisi sinyal [4].

### D. Komunikasi Wireless (Nirkabel)

*Wireless* (nirkabel) merupakan media koneksi antar suatu perangkat dengan perangkat lainnya tanpa menggunakan kabel. Media yang biasa digunakan sebagai pengiriman dan penerimaan data adalah gelombang radio dan sinar *infra*

## Rancang Bangun Pengendali Adaptif Untuk Menjaga Stabilitas Jaringan Akibat Beban Lebih Peralatan Listrik Rumah Tangga

merah [5]. Komunikasi data menggunakan komunikasi nirkabel dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- 1) Gelombang elektromagnetik,
- 2) gelombang mikro,
- 3) gelombang radio,
- 4) *infra merah*, dan
- 5) satelit.

Komunikasi nirkabel memiliki beberapa karakteristik, di antaranya:

- 1) Menggunakan sebuah media antena dalam mengirim dan menerima sinyal elektromagnetik,
- 2) rentan interferensi,
- 3) umumnya menggunakan 2 GHz-40 GHz,
- 4) *point to point*, *point to multipoint*, *access point*,
- 5) semakin tinggi frekuensi yang digunakan maka semakin besar potensial *bandwidth* dan *rate* datanya namun semakin pendek jaraknya.

Ada 3 *range* frekuensi umum yang dalam transmisi nirkabel yaitu:

- 1) Frekuensi *microwave* dengan *range* 2-40 GHz, cocok untuk transmisi *point to point*,
- 2) frekuensi dalam *range* 30 MHz-1 GHz, cocok untuk aplikasi *omnidirectional*. *Range* ini ditujukan untuk *range broadcast* radio, *range* frekuensi lain yaitu antara 300-200000 GHz untuk aplikasi lokal, adalah spektrum *infra merah*. *Infra merah* sangat berguna untuk aplikasi *point to point* dan *multipoint* dalam area terbatas, seperti sebuah ruangan.

### E. Radio Frekuensi 433 MHz

Modul *wireless* RF 433 MHz adalah modul yang terdiri dari transmitter – receiver dengan frekuensi 433 MHz. Modul ini digunakan sebagai *remote control* atau aplikasi lain yang menggunakan kendali jarak jauh. Demikian halnya pada penelitian ini, digunakan sebagai media komunikasi data nirkabel. RF 433 MHz dibuat sederhana dari sirkuit terpadu, dengan mengatur *baudrate* dan kemudian mulai mengirim *byte* ke pemancar.

Tiga dari empat modul pemancar memiliki empat pin, sementara yang lain memiliki enam. Versi berkaki enam hanya memiliki pin berlebihan daya dan pentanahan, tetapi sebaliknya secara fungsi tetap sama. Adapun RF 433 MHz yang digunakan dalam penelitian ini adalah versi pemancar memiliki tiga pin, dan penerima empat pin. Berikut ini merupakan spesifikasi antara modul penerima/*receiver* dan spesifikasi pengirim/*transmitter*.



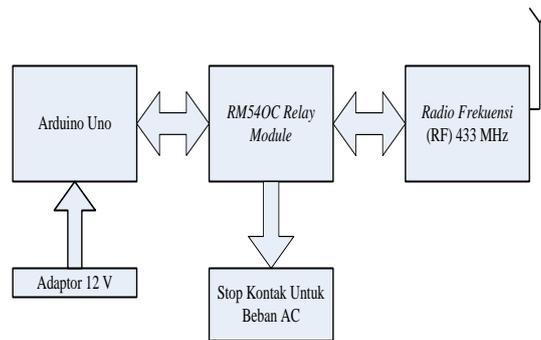
Gambar 3. (a) Transmitter 3 (b) Receiver

## II. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pada penelitian ini meliputi sistem minimum Arduino, RF 433 MHz, sensor arus dan relay. Sistem terdiri dari dua bagian, yaitu bagian *master* dan bagian *slave*. Bagian *slave* terbagi atas stasiun *slave* 1 dan 2 sedangkan stasiun *master* terdiri atas satu stasiun.

Stasiun *master* berfungsi sebagai pusat pengendali dan pemantau stasiun *slave*.

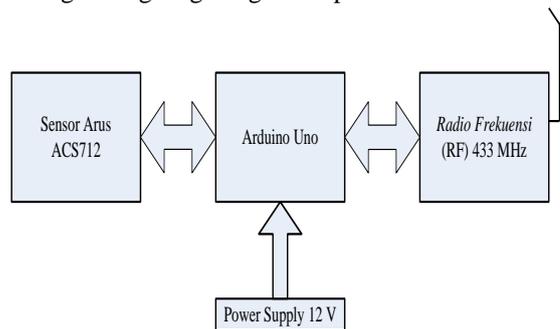


Gambar 4. Stasiun Master

Tiap-tiap bagian dari blok diagram sistem diatas (Gambar 4) dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensor arus ACS712 digunakan sebagai perangkat pengukuran arus melalui beban yang tersambung dengan stop kontak pada relay. Sensor arus ACS712 akan memberikan data berupa analog untuk Arduino uno.
2. Arduino Uno berfungsi untuk pemrosesan data sensor arus yang masuk melalui pin analog dan di konversikan dalam bentuk data digital untuk dikirimkan logika beban lebih pada stasiun *slave*.
3. RF 433 MHz digunakan sebagai media komunikasi antara *master* dan *slave*.

Stasiun *slave* berfungsi sebagai peralatan yang berhubungan langsung dengan lampu.



Gambar 5. Stasiun Slave

Tiap-tiap bagian blok diagram sistem diatas (Gambar 3.14) dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Arduino Uno R3 berfungsi untuk mengolah data yang diterima melalui stasiun *master*, mengirimkan perintah kepada RM540C Relay Module.
- 2) Relay difungsikan sebagai saklar elektronik yang akan memutuskan atau menyambungkan aliran listrik yang melewati beban.

## Rancang Bangun Pengendali Adaptif Untuk Menjaga Stabilitas Jaringan Akibat Beban Lebih Peralatan Listrik Rumah Tangga

- 3) Sama seperti pada stasiun *master*, RF 433 MHz pada stasiun *slave* digunakan sebagai perangkat komunikasi antara *master* dan *slave*.
- 4) Beban AC sebagai objek yang dikendalikan oleh mikrokontroler berdasarkan perintah stasiun *master*.

### B. Perancangan Perangkat Lunak

Melalui deskripsi perangkat keras dapat diketahui bahwa data input harus dimengerti dan akan diproses oleh program yaitu data yang berasal dari rangkaian sensor *input* yang berasal rangkaian sensor (*ACS712*). Perancangan perangkat lunak lebih menitik beratkan pada pemrograman pembacaan arus dan pengiriman/penerimaan data arus.

#### 1) Inisialisasi Komunikasi Serial 9600bps

Proses inisialisasi adalah pemberian nilai awal pada register yang menangani komunikasi serial. Hal yang diatur adalah pengaturan kecepatan transfer data komunikasi 9600bps. Inisialisasi serial disesuaikan dengan *device* RF 433 MHz.

#### 2) Program Utama

Program utama pada alat yang dibuat berfungsi mengolah seluruh fungsi kerja alat. Bagian pembahasan program utama ini membahas bagian aliran pemrograman secara umum dari program yang dibuat.

Proses program utama ini dimulai dari inisialisasi mikrokontroler kemudian inisialisasi RF 433 MHz. Setelah mikrokontroler melakukan inisialisasi terhadap RF 433 MHz, selanjutnya program mengecek status sensor. Jika ada level sensor dari 0 ke 1 atau sebaliknya, maka program akan mengirimkan informasi *via wireless* kepada stasiun *slave*.

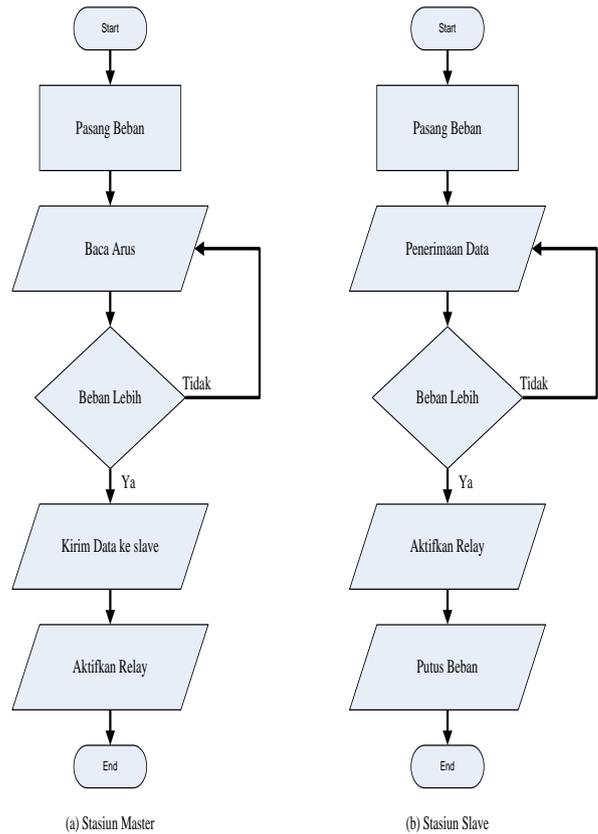
Proses kontrol *relay* dapat dilakukan dengan menerima informasi sensor dari stasiun *master*. Dibawah ini merupakan diagram alir program utama untuk stasiun *master* dan stasiun *slave*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.

### C. Pengujian Sistem

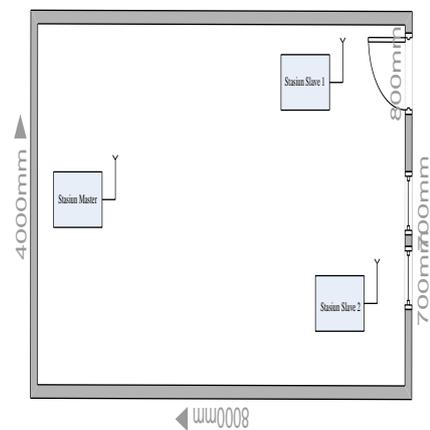
Pengujian alat/sistem dilakukan secara langsung dengan mengoperasikannya. Sebelumnya dilakukan pengujian *hardware* untuk memastikan apakah rangkaian sudah dapat bekerja dengan baik. Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan memasang seluruh komponen dan dalam kondisi siap untuk diuji coba. Pengujian untuk setiap stasiun, akan dilakukan sebanyak 5 kali pengujian, dengan titik stasiun *slave* yang berbeda. Pengujian berada di dalam ruangan dengan penghalang/skat kayu ataupun tembok.

#### D. Pengujian 1

Pengujian pertama ini dilakukan didalam ruangan, dengan stasiun *master* dan stasiun *slave* 1 dan *slave* 2 berada dalam satu ruangan tanpa penghalang.



Gambar 6. (a) Diagram Alir Program Stasiun Master (b) Stasiun Slave

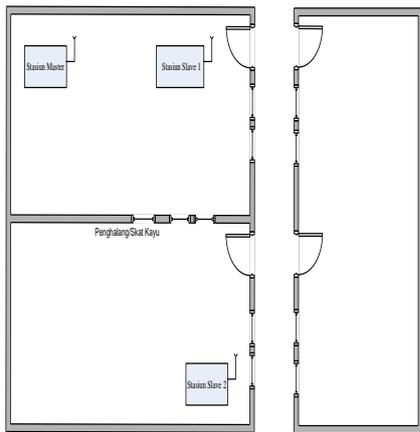


Gambar 7. Pengujian Dalam Ruangan

#### E. Pengujian 2

Pengujian kedua ini dilakukan di ruangan dengan penghalang kayu, stasiun *master* dan stasiun *slave* 1 ditetapkan pada titik yang sama. Namun stasiun *slave* 2 diletakkan di ruangan yang lain dengan penghalang kayu.

**Rancang Bangun Pengendali Adaptif Untuk Menjaga Stabilitas Jaringan Akibat Beban Lebih Peralatan Listrik Rumah Tangga**



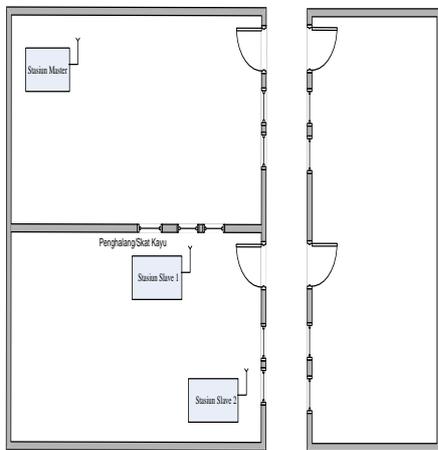
**Gambar 8.** Pengujian Dengan Penghalang Kayu

**F. Pengujian 3**

Pengujian ini stasiun *master* masih pada titik yang sama, tetapi stasiun *slave 1* dan *slave 2* berada di ruangan dengan penghalang kayu.

**G. Pengujian 4**

Pengujian dengan penghalang tembok ini dilakukan dengan stasiun *master* masih dalam titik yang sama, stasiun *slave 1* di ruangan penghalang kayu dan stasiun *slave 2* berada diruangan penghalang tembok.



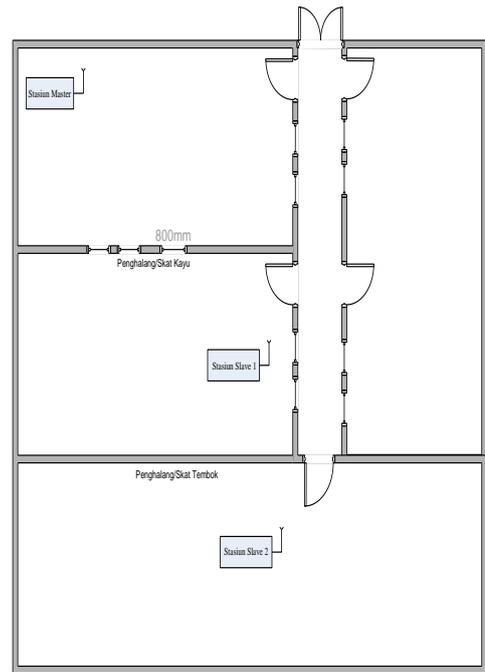
**Gambar 9.** Pengujian Dengan Penghalang Kayu

**H. Pengujian 5**

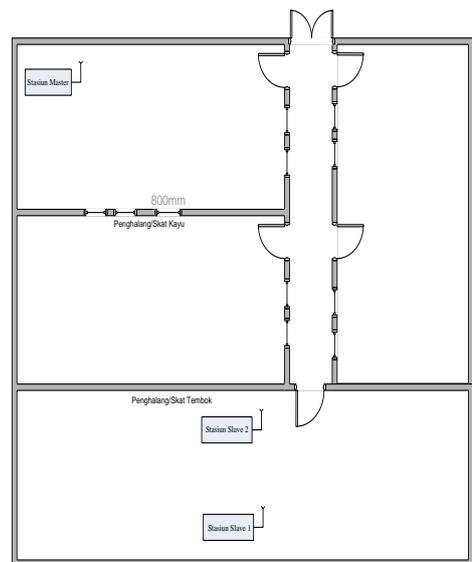
Pengujian ini merupakan pengujian sistem keseluruhan dengan stasiun *master* tetap berada di titik pengujian sebelumnya sedangkan stasiun *slave* diletakkan berada di ruangan dengan penghalang tembok.

Hasil pengujian keseluruhan berhasil melakukan pemutusan pada beban lebih. Stasiun *master* mengirimkan data dan terkirim dengan baik, stasiun *slave 1* dan *slave 2* menerima data dari stasiun *master* dengan baik juga. Dengan demikian saat terjadi beban lebih, maka pemutusan beban

pada *relay* di *slave 1* dan *slave 2* berhasil. Masing-masing *slave*, dilengkapi dengan *relay* modul 4 port kanal beban, sehingga pada saat terjadi beban lebih, stasiun *slave 1* dan *slave 2* akan mengaktifkan *relay* secara berurutan untuk melakukan aksi pemutusan. Dan untuk mengaktifkan *relay* yang telah off, maka di program *slave* telah di atur *range* bawah. *Range* bawah ini dimaksudkan sebagai perintah pengaktifan *relay* kembali setelah off. Jadi, saat jumlah arus mencapai *range* bawah, maka *relay* yang telah off akan on kembali.



**Gambar 10.** Pengujian Dengan Penghalang Tembok



**Gambar 11.** Pengujian Dengan Penghalang Tembok

# Rancang Bangun Pengendali Adaptif Untuk Menjaga Stabilitas Jaringan Akibat Beban Lebih Peralatan Listrik Rumah Tangga

## III. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Sistem pada stasiun *master* maupun pada stasiun *slave* telah mampu mengontrol penggunaan beban lebih.
- 2) Arduino uno berhasil sebagai mikrokontroler perangkat pemrosesan data pada rancangan alat.
- 3) RF 433 MHz mampu berkomunikasi sampai jarak 10 meter didalam ruangan/*indoor* dengan penghalang kayu dan penghalang tembok.

### B. Saran

Dalam perancangan alat ini jauh dari sempurna, oleh sebab itu diharapkan ada yang menyempurnakan alat ini, adapun saran sebagai berikut:

- 1) Pengukuran arus menggunakan sensor arus ACS712 terbilang masih kurang presisi, sehingga perlu adanya penggunaan sensor pengukuran arus yang lebih *support* untuk pembacaan ADC di Arduino.
- 2) Untuk mendapatkan jangkauan jarak kirim dan terima data dapat menggunakan sistem jaringan yang lebih kompleks.
- 3) Pada penelitian lanjutan, diharapkan adanya penggunaan metode kontrol yang lebih kompleks, agar sistem yang telah ada menjadi berkembang dan dapat digunakan oleh masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supratman, (2010): *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Energi Meter Berbasis Mikrokontroler Dan Energi Meter Mcp3909*. Universitas Indonesia.
- [2] Ilham, J., Sumardi, Setiawan, I., (2011): *Perancangan Sistem Pengendalian Penjadwalan Lampu Ruang Berdasarkan Database melalui Komunikasi Wireless Zigbee*, Thesis (Undergraduate).
- [3] Banzi, (2011): *Getting Started With Arduino*, O’Rielly Media Inc., California.
- [4] Setiono, A. (2009): *Prototipe Aplikasi KWh Meter Digital Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535 untuk Ruang Lingkup Kamar*, Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi TELAAH, 26(November), pp.32–39.
- [5] Wardhana, A.M.K., Asijah, A.S., Suwito, (2012): *Perancangan Sistem Komunikasi Wireless Pada Kapal (MCST1- Ship Autopilot) Dengan Media Komunikasi RF Untuk Mendukung Sistem Autopilot*, Thesis (Undergraduate).